

Nr. 350408

PATENTSCHRIFT



Nr. 350408



Klassierung:

27 c, 12/15

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

Gesuch eingereicht:

4. April 1957, 18 Uhr

EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Patent eingetragen:

30. November 1960

Patentschrift veröffentlicht:

14. Januar 1961

## HAUPTPATENT

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Winterthur

## Mehrstufiger Radialverdichter

Martin Allemann, Winterthur, ist als Erfinder genannt worden

Die Erfindung betrifft einen mehrstufigen Radialverdichter mit in Achsebene geteiltem Gehäuse und mit im Gehäuse angeordneten, den Strömungsweg des Arbeitsmittels zwischen dem Laufradaustritt einer Stufe und dem Laufradeintritt der nächstfolgenden Stufe mindestens teilweise begrenzenden Einsätzen.

Bisher bekannte Bauformen von Radialverdichtern der geschilderten Art weisen in der Regel entweder zusammen mit der entsprechenden Gehäusehälfte gegossene Strömungskanäle für das Überführen des Arbeitsmittels von einer Laufradstufe in die nachfolgende Stufe auf, oder diese Strömungskanäle sind wenigstens teilweise durch im gegossenen Gehäuseteil angeordnete Einsätze gebildet, die zugleich auch Trennwände zwischen den einzelnen Stufen darstellen und als Ganzes auf einer Auflagefläche an der Innenseite des etwa zylindrischen Gehäusemantels in axialer Richtung abgestützt sind. Beide Ausführungsformen sind mit Nachteilen verbunden. Es sind dies einerseits gießtechnische Schwierigkeiten und andererseits solche strömungstechnischer und festigkeitsmäßiger Natur. Bei vollständig mit strömungsführenden Teilen und Trennwänden aus einem Stück gegossenen Gehäusehälften ist es häufig schwierig, eine Verschiebung der benötigten komplizierten Kerne während des Gießvorganges zu verhindern. Ferner läßt bei aus einem Stück mit den Strömungskanälen gegossenen Gehäusehälften die Oberflächenbeschaffenheit der die Kanäle begrenzenden Wände häufig zu wünschen übrig.

Für beide der eingangs erwähnten bekannten Ausführungsformen ergibt sich beim Übergang auf höhere Arbeitsdrücke — zum Beispiel 50 kg/cm<sup>2</sup> — als weitere Schwierigkeit, daß die Verwendung von Grauguß als Werkstoff für Gehäuse und Einsätze ausscheidet und aus Festigkeitsgründen anstelle von Grauguß Stahlguß tritt. Die Gießeigenschaften von

Stahlguß unterscheiden sich nun aber insofern ungünstig von denjenigen von Grauguß, als der Stahl ein erheblich vermindertes Formfüllungsvermögen aufweist. Diese Eigenschaft verunmöglicht praktisch das Gießen dünner Rippen und feststehender Schaufelpartien zusammen mit den dickeren Wandteilen des Gehäuses und der Trennwände aus einem Stück. Die gleichen Verhältnisse liegen vor bei Verdichtern, bei welchen die zur Strömungsführung und zur druckhaltenden Trennung zweier aufeinanderfolgender Stufen dienende Einsätze und Trennwände in das Gehäuse eingesetzt und als Ganzes auf der Gehäuseinnenseite mit Hilfe einer Auflagefläche abgestützt sind. Die erheblichen Druckkräfte, welche vom Arbeitsmittel bei höheren Arbeitsdrücken auf die genannten Einsätze ausgeübt werden, bedingen auch hier die Verwendung von Stahlguß. Dem steht jedoch wieder die Schwierigkeit entgegen, im Strömungsweg des Arbeitsmittels liegende Teile wie Diffusor- und Rückführschaufeln und Verstärkungsrippen aus Stahlguß möglichst dünn zu gießen.

Die Erfindung ermöglicht, die geschilderten Nachteile weitgehend auszuschalten. Die Erfindung ist gekennzeichnet durch mit den Gehäusehälften ein Stück bildende, geteilte Zwischenböden zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Stufen zur Abstützung von in axialer Richtung durch das Arbeitsmittel ausgeübten Druckkräften.

Insbesondere ermöglicht die Erfindung, die zur Strömungsführung und zur druckhaltenden Trennung einzelner Druckstufen dienenden Einsätze weitgehend von Biegemomenten zu entlasten. Die vom Arbeitsmittel in axialer Richtung ausgeübten Druckkräfte wirken zu einem Teil direkt auf die mit den Gehäusehälften ein Stück bildenden Zwischenböden. Zum anderen Teil wirken sie auf die Einsätze, wobei letztere dank ihrer Abstützung die auf die wirkenden

350408

2

Kräfte auf kürzestem Wege auf die Zwischenböden übertragen. Es ergibt sich somit eine weitgehende Trennung von tragender Struktur und strömungsführenden Teilen, womit letztere praktisch ohne Rücksichtnahme auf Festigkeit in strömungstechnisch günstiger Art ausgebildet werden können.

Die mit den Gehäusehälften ein Stück bildenden Zwischenböden können als im Gehäusemantel starr eingespannte Platten betrachtet werden. Es ergeben sich somit sehr einfache und leicht übersehbare Spannungsverhältnisse. Das Gießen der Gehäusehälften zusammen mit den Zwischenböden aus einem Stück in Stahlguß bietet gießtechnisch keine Schwierigkeiten. Die Zwischenböden können an ihrem Übergang in den Gehäusemantel eine beträchtliche Wandstärke aufweisen, was eine sehr günstige Übertragung der Kräfte vom Zwischenboden auf das Gehäuse erlaubt.

Die aus einem Stück mit dem Gehäuse bestehenden Zwischenböden können — wie erwähnt — vorteilhaft aus Stahlguß bestehen. Es wäre aber auch möglich, die Zwischenböden durch mit den Gehäusehälften verschweißte halbringförmige Scheiben zu bilden.

Dank der geschilderten günstigen Spannungsverhältnisse kann für die Einsätze ein Werkstoff verminderter Festigkeit gewählt werden. Insbesondere ermöglicht die Erfindung, für die Einsätze einen Gießwerkstoff mit gutem Formfüllungsvermögen zu verwenden, zum Beispiel Grauguß, Sphäroguß oder Leichtmetallguß. Schließlich empfiehlt es sich, den Innendurchmesser der Zwischenböden kleiner als den größten Durchmesser des benachbarten Laufrades zu wählen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch ein mehrstufiges Radialgebläse und Fig. 2 im Detail die Anordnung eines durch Schweißen mit dem Gehäuse verbundenen Zwischenbodens.

Der Verdichter ist in der horizontalen Achsebene geteilt und besitzt die beiden Gehäusehälften 1 und 2, die aus Stahlguß hergestellt sind. Das Arbeitsmittel tritt in das Gehäuse durch den in der Gehäusehälfte 2 ausgebildeten Einlaß 3 ein und wird durch den Eintrittskanal 4 in die Schaufelkanäle 5 der ersten, mit einem geschlossenen Laufrad ausgeführten Stufe umgelenkt. Anschließend tritt das Arbeitsmittel in den feststehenden Diffusoreinsatz 6, wo ein Teil der Geschwindigkeitsenergie in Druck umgewandelt wird. Der Diffusoreinsatz weist zur Strömungsführung dienende Schaufeln 7 auf. Dann strömt das Arbeitsmittel durch den Rückführkanal 8 nach innen, wird erneut umgelenkt und tritt in die Schaufelkanäle 9 der zweiten, wiederum ein geschlossenes Laufrad aufweisenden Stufe ein. Die weitere Strömungsführung in den nachfolgenden Stufen entspricht dem vorstehend geschilderten Strömungsverlauf. Das Arbeitsmittel verläßt den Verdichter durch den in

den beiden Gehäusehälften ausgebildeten Auslaß 10, der ein Ringraum oder auch ein Spiralraum sein kann.

Die Laufräder 11a, b, c und d sitzen auf der Welle 12, wobei zwischen den einzelnen Laufrädern Abstandsstücke 13 angeordnet sind. Die Welle 12 ist einerseits in dem Radiallager 14 gehalten, das in dem Lagergehäuse 15 abgestützt wird, und andererseits in dem Radiallager 16, das in dem Lagergehäuse 17 abgestützt ist. Zur Aufnahme der auf die Rotorbaugruppe 11, 12 ausgeübten Schubkräfte ist im Lagergehäuse 17 ein Axiallager 18 angeordnet. Die Welle 12 ist über eine Kupplung 19 mit einer nicht gezeichneten Antriebsmaschine verbunden. Der Innenraum des Verdichters ist mit Hilfe der Labyrinthdichtungen 20 und 21 abgedichtet.

Vor und hinter jeder Stufe sind in der Achsebene geteilte Zwischenböden 24 angeordnet. Diese sind mit der entsprechenden Gehäusehälfte aus einem Stück in Stahlguß hergestellt. Die mittlere Dicke der Zwischenböden 24 ist etwa gleich derjenigen der Gehäusewand. Die Seitenwände der Zwischenböden begrenzen im Bereich ihres Überganges in die Gehäuseinnenwand einen Teil der Rückführkanäle 8. Der übrige Teil der Rückführkanäle 8 wird von Einsätzen 25 gebildet, die zusammen mit den Rückführschaufeln 26 und den Rippen 28 aus einem Stück in Grauguß hergestellt sind. Die Einsätze 25 sind einerseits in den am inneren Durchmesser der Zwischenböden 24 vorhandenen Schultersitzen 29 in radialer und axialer Richtung gehalten. Andererseits liegen die Einsätze 25 im Bereich des Rückführkanals 8 auf einem Teil der der Eintrittsseite des Arbeitsmittels in den Verdichter zugekehrten Seitenfläche der Zwischenböden 24 auf und können ferner gegebenenfalls über die Diffusoreinsätze 6 auf dem bezüglich Strömungsrichtung des Arbeitsmittels vorangehenden Zwischenboden abgestützt sein. Die Diffusoreinsätze 6 sind in einer Ausnehmung des Einsatzes 25 zentriert. Die Einsätze 25 bilden ferner zusammen mit der Deckscheibe des betreffenden Laufrades die Labyrinthdichtung 31 und zusammen mit den Distanzstücken 13 eine weitere Labyrinthdichtung 32. Die Labyrinthdichtungen 31 und 32 dienen zur druckhaltenden Trennung zweier Verdichterstufen.

Die Einsätze 25 besitzen Bohrungen 33 und 34. Diese dienen dazu, einen Ausgleich zwischen den an den betreffenden Stellen der Rückführkanäle 8 herrschenden Drücken und dem Druck in den durch die Bohrungen mit dem Rückführkanal verbundenen, dahinterliegenden Räumen herbeizuführen.

Für die zweite Stufe ergeben sich beispielsweise folgende Druckverhältnisse. Das Arbeitsmittel tritt mit einem Druck  $p_1$  in das Laufrad 11b ein, wird hier beschleunigt und gleichzeitig vom Druck  $p_1$  auf den Druck  $p_2$  am Laufradaustritt verdichtet. Im nachfolgenden Diffusoreinsatz 6 erhöht sich der Druck des Arbeitsmittels unter Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit auf den Wert  $p_3$ . Das Arbeitsmittel strömt hierauf mit ungefähr gleichbleibendem Druck  $p_3$  durch den Rückführkanal 8 in das nach-

folgende Laufrad 11c. In den Räumen 37 und 38 herrscht etwa der Druck  $p_2$ , da diese Räume durch die zwischen Laufscheibe beziehungsweise Deckscheibe und dem Diffusoreinsatz 6 vorhandenen Spalte mit dem Laufradantritt in Verbindung stehen. Im Raum 39 herrscht etwa der Stufenenddruck  $p_3$ , dergleichen im Raum 40 und im Rückführkanal 8. Andererseits herrscht im Raum 41 der Druck  $p_1$ . Die Verhältnisse sind beispielsweise so eingerichtet, daß die Druckerhöhung vom Druck  $p_1$  auf den Druck  $p_3$  zu zwei Dritteln in den Schaufelkanälen des Laufrades 11b und zum verbleibenden Drittel im Diffusoreinsatz 6 erfolgt. Unter dem Einfluß der geschilderten Arbeitsmitteldrücke ergeben sich auf die Seitenflächen des Zwischenbodens wirkende Druckkräfte, wobei diejenigen Druckkräfte, welche auf die dem Auslaß 10 zugekehrte Seitenfläche wirken, größer sind als die auf die andere Seitenfläche wirkenden Druckkräfte. Weil im Raum 38 ein tieferer Druck herrscht als in dem zur dritten Verdichterstufe führenden Rückführkanal 8, ergibt sich ferner eine etwa in axialer Richtung auf den Einsatz 25 wirkende resultierende Druckkraft, die auf den zur dritten Stufe gehörenden Zwischenboden 24 übertragen wird. Die Zwischenböden 24 werden deshalb auf Biegung beansprucht. Der Diffusoreinsatz 6 und der Einsatz 25 sind dank der geschilderten Anordnung weitgehend von Biegemomenten entlastet und können — wie bereits erwähnt — verhältnismäßig dünnwandig aus Grauguß hergestellt sein. Ähnliche Verhältnisse finden sich auch in den übrigen Verdichterstufen. Anstelle von Grauguß könnte beispielsweise für die Einsätze 6 und 25 auch eine Leichtmetalllegierung, zum Beispiel eine Aluminium-Silizium-Legierung, oder Sphäroguß benützt werden.

Die Erfindung ist nicht auf das geschilderte Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr könnten die Zwischenböden auch gemäß Fig. 2 als halbringförmige Scheiben 45 ausgebildet sein, welche durch Schweißnähte 46 mit dem Gehäuse 47 verbunden sind

und so mit letzterem ein Stück bilden. Hinsichtlich Entlastung der Einsätze günstige Verhältnisse ergeben sich in jedem Falle, wenn der Innendurchmesser der Zwischenböden kleiner als der größte Durchmesser des benachbarten Laufrades ist.

#### PATENTANSPRUCH

Mehrstufiger Radialverdichter mit in Achsebene geteiltem Gehäuse und mit im Gehäuse angeordneten, den Strömungsweg des Arbeitsmittels zwischen dem Laufradaustritt einer Stufe und dem Laufradeintritt der nächstfolgenden Stufe mindestens teilweise begrenzenden Einsätzen, gekennzeichnet durch mit den Gehäuseshälften ein Stück bildende, geteilte Zwischenböden zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Stufen zur Abstützung von in axialer Richtung durch das Arbeitsmittel ausgeübten Druckkräften.

#### UNTERANSPRÜCHE

1. Radialverdichter nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenböden aus einem Stück mit dem Gehäuse hergestellt sind.

2. Radialverdichter nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenböden durch mit dem Gehäuse verschweißte halbringförmige Scheiben gebildet sind.

3. Radialverdichter nach den Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse und die Zwischenböden aus Stahlguß bestehen.

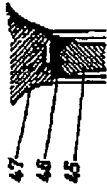
4. Radialverdichter nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Einsätze aus Grauguß hergestellt sind.

5. Radialverdichter nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Einsätze aus Leichtmetallguß hergestellt sind.

6. Radialverdichter nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Innendurchmesser der Zwischenböden kleiner als der größte Durchmesser des benachbarten Laufrades ist.

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft

**Fig. 2**



**Fig. 1**

